

急傾斜護岸の越波防止に関する規則波実験

東北工業大学 学生員 ○西村祐弥 足立翔
東北工業大学 正 員 高橋敏彦 新井信一

1. はじめに

堤防や護岸を直立堤とした場合の越波量については合田ら¹⁾の越波量推定図表なども作成され、種々検討され報告されている。一方、間瀬ら²⁾によると傾斜護岸の中で現場に多く築造されている急傾斜堤は 1/0.5 勾配であると報告している。また、富永ら³⁾は傾斜勾配 1/0.5 ないし 1/1 勾配のり面の場合に最大越波量が生ずる目安としている。更に越波については、堤脚水深も大きく影響を及ぼす要因の一つとなっている。そこで本研究は越波防止対策として対策工の有無や大きさ、設置位置及び堤脚水深との関係を、規則波を用いて検討することを目的とした。

2. 実験条件及び実験方法

実験水路は長さ 20.0m、幅 0.6m、高さ 0.7m の両面ガラス張りの造波水路を使用した。水路の一端にはピストン型反射波吸収制御付き造波装置、他端には合板で 1/10 勾配の海底地形を作成し、その上に急傾斜堤 1/0.5 勾配を設置した。実験水路及び模型堤体概略図を図-1(a)、(b)に示す。堤体勾配は 1/0.5 勾配を用いている。図-1(c) は、急傾斜護岸の天端に設置する対策工の概略図である。対策工の種類は 3 種類であるが、対策工①はのり肩のみに設置している。設置位置は 3 ヶ所である。なお、堤脚水深は 5 種類である。波浪条件として、 $T \approx 1.26\text{s}$ 、波高 $H \approx 9.15\text{cm}$ とした。越波量、越波率は、 $h_i/H_0' \approx 0.00 \sim 0.5$ は 100 波の波数で実験を行い、 $h_i/H_0' \approx 0.75 \sim 1.00$ は越波量が増える為に水深に変動が起きてしまうため 50 波の波数で行った。それぞれ同一条件で 3 回実験を行いその平均値を用いた。模型縮尺は、 $S=1/40$ とした。表-1 に実験条件を示す。

3. 実験結果および考察

3-1. 対策工の有無や大きさによる越波率 r_0

図-2 は、越波率 r_0 と堤脚水深・沖波波高比 h_i/H_0' の関係に対策工無し、対策工①～③をパラメータとして図示したものである。対策工①は、高さが現地換算で 40cm、それより 40cm ずつ高くなった対策工が②、③となっている。図より、 $h_i/H_0' \approx 0.00 \sim 0.25$ までは対策工無しに比べて対策工①～③の r_0 が順に減少する事が認められる。また、 $h_i/H_0' \approx 0.00$ では、対策工無し、対策工①に比べて対策工②、③の r_0 がかなり減少することが認められ、対策工の大きさの効果が表われているものと思われる。 r_0 は h_i/H_0' が大きくなるに従って大きくなっていき、 r_0 の高い順に対策工無し、対策工①、対策工②、対策工③となっているが、 $h_i/H_0' \approx 0.75$ で対策工③のとき極端に減少している。これは堤体斜面上に沿って

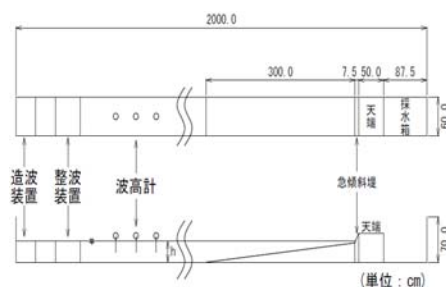


図-1(a) 実験水路概略図

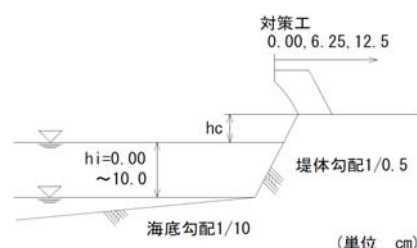


図-1(b) 模型堤体概略図

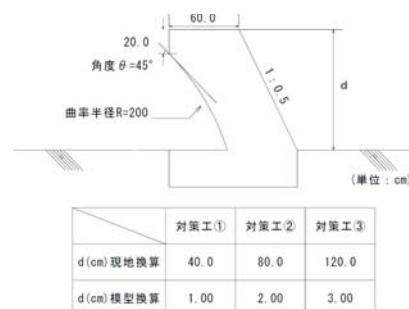


図-1(c) 対策工概略図

表-1 実験条件

勾配	実験名	対策工の種類	hi(cm)	hc(cm)	h(cm)	hi/L0	hi/H0
1/0.5	規則波①	無	0.00cm	0.0	15.0	30.0	0.00
		対策工①、②、③	6.25cm				
		対策工②、③	12.5cm				
	規則波②	無	0.00cm	2.5	12.5	32.5	0.01
		対策工①、②、③	6.25cm				
		対策工②、③	12.5cm				
	規則波③	無	0.00cm	5.0	10.0	35.0	0.02
		対策工①、②、③	6.25cm				
		対策工②、③	12.5cm				
	規則波④	無	0.00cm	7.5	7.5	37.5	0.03
		対策工①、②、③	6.25cm				
		対策工②、③	12.5cm				
	規則波⑤	無	0.00cm	10.0	5.0	40.0	0.04
		対策工①、②、③	6.25cm				
		対策工②、③	12.5cm				

キーワード：規則波，急傾斜護岸，越波防止，越波，相対水深

遡上した波が対策工の曲面に沿ってきれいに返されるためである。

3-2. 対策工の設置位置による越波率 r_0 の検討

図-3 は、 $hi/H_0' \approx 0.25$ の場合の対策工の大きさをパラメータとして、対策工の設置位置と r_0 の関係を示した一例である。のり肩に設置した時の r_0 は約 85%~77% であるが、のり肩から 6.25cm(現地換算 2.5m) では、約 92%~83%、のり肩から 12.5cm(現地換算 5.0m) では約 84%~79% となっている。各対策工共のり肩から 6.25cm に設置したケースが幾分高い r_0 を示している。これは堤体斜面上に沿って波が勢よく遡上し水塊が対策工を飛び越えていくためである。

3-3. 対策工の有無や形状及び大きさと越波流量 q

図-4(a)は、 hi/H_0' に対する単位幅・単位時間当たりの q を対策工①~③をのり肩から 0.00cm に設置したケースを示したものである。図より q は hi/H_0' が高くなるに従い増加していく傾向が認められるが対策工③の $hi/H_0' = 0.75$ では q が極端に低い値になっている。これは対策工の効果が大きく図-2 で示したように越波率が低いためである。当然ながら q は対策工無し、対策工①、②、③の順に減少する。図-4(b)は、 $hi/H_0' \approx 0.50$ の場合の対策工の大きさをパラメータとして、対策工の設置位置と q の関係を示した一例である。図より 6.25cm の q が高くなっているのが認められるが、これは入射波が越波する際に、6.25cm に設置した対策工を越波してしまうためであり、図-3 の越波率と同傾向である。

3-4. 各対策工による越波流量 q の割合

図-5 は、対策工無しの q に対する各対策工の q の割合を hi/H_0' をパラメータとして示したものである。図より、のり肩から 0.00cm に対策工②、対策工③を設置した場合の q の割合が小さくなっている。また、のり肩から 0.00cm に対策工①を設置した場合と、のり肩から 6.25cm に対策工②、対策工③を設置した場合では q の割合に大きな差は認められない。傾向としてのり肩から 0.00cm に d の大きい対策工③~①の順番に減少割合が大きくなり、次に減少割合が大きいのは、のり肩から 12.5cm に対策工③~②を設置した場合である。次にのり肩から 6.25cm に対策工③~②を設置した場合である。対策工③をのり肩に設置した場合、最も対策工の効果が大きいことが認められた。

4. おわりに

急傾斜護岸の越波防止対策として、天端に対策工を設置し、対策工の大きさや設置位置について規則波を用いて検討を行った。検討した対策工は越波防止に大きく効果があり、堤体 1/0.5 勾配ではのり肩から 0.00cm に大きな対策工を設置するほど効果がある結果となった。また、のり肩より離して対策工を設置するとその効果は小さい事が明らかになった。

<参考文献>

1) 合田ら：不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究 港湾技術研究所報告，第 14 巻，第 4 号，pp3~44，1975。 2) 間瀬ら：汀線近傍の護岸への不規則波の打ち上げに関する研究—算定打ち上げ高と不規則波の代表打ち上げ高の関係—，土木学会論文集，No.726/II-62，pp99~107，2003。 3) 富永ら：海岸堤防に関する研究(11)—越波量—，建設省土木研究所報告，第 143 号，pp59~94，1972。

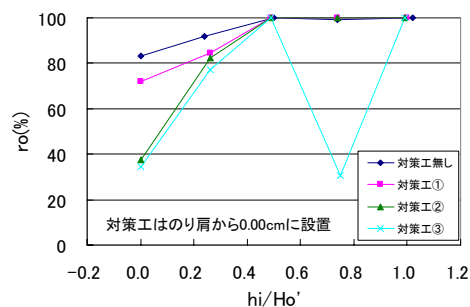


図-2 hi/H_0' と r_0 の関係

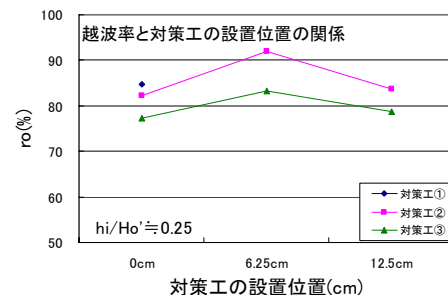


図-3 対策工の位置と r_0 の関係

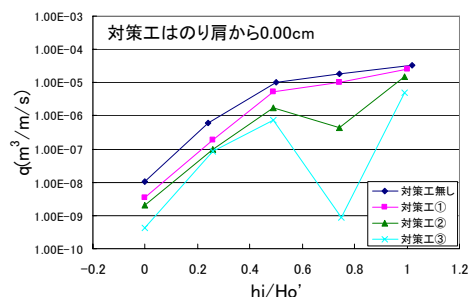


図-4(a) hi/H_0' と q の関係

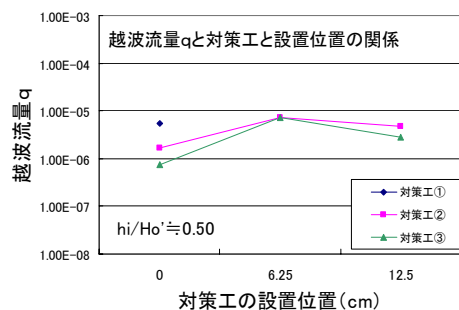


図-4(b) 対策工の位置と q の関係

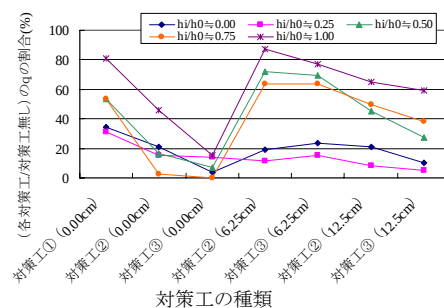


図-5 対策工無しに対する各対策工の q の割合